Die Röntgenologie der Zahnsubstanzen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde

Einer Hohen Medizinischen Fakultät
der
Eberhard-Karl-Universität zu Tübingen

vorgelegt von

Alexandra Stefanowa
Zahnärztin in Schwenningen a. N.

Tübingen 1929

Dekan:
Prof. Dr. Oertel

Referent:
Prof. Dr. Praeger.

Die Röntgenologie der Zahnsubstanzen

Die Röntgenphotographie findet auf dem Gebiete der Zahnheilkunde außerordentlich günstige Voraussetzungen, sowohl in Bezug auf die Anwendungsmöglichkeit, als auch auf die Vielseitigkeit ihres diagnostischen und des sich daraus ergebenden therapeutischen Wertes. Die Zahnärzte sind sich erst in den letzten Jahren bewußt geworden, was das Röntgenbild für sie bedeutet. Die Röntgendiagnostik erfordert, abgesehen von den Beschaffungskosten für den Apparat, eine gewisse Erfahrung und technische Schulung, bevor man imstande ist, Mißerfolge mit einiger Sicherheit zu vermeiden. Die Zähne und Kiefer bilden für die Röntgendarstellung die günstigsten Objekte; die derzeitige, weit entwickelte Aufnahmetechnik zeitigt demgemäß hervorragende Ergebnisse. In Ausnützung dieser günstigen Verhältnisse muß sich der Zahnarzt mit der Berücksichtigung des Röntgenbildes auf jedem Teilgebiete der Zahnheilkunde seit Jahren vertraut machen. Eine Arbeit „lege artis", ohne das Röntgenbild heranzuziehen, ist in vielen Fällen heute nicht mehr denkbar. Das Gebiet der Zahnumgebung ist in der Literatur so reich berücksichtigt, daß darüber viel Neues nicht mehr gesagt werden kann. Dagegen ist der eigentliche Zahn in den verschiedenen Darstellungen der dentalen Röntgenologie eigentlich immer zu kurz gekommen, sodaß ich mir die Aufgabe gestellt habe, die Röntgenologie des eigentlichen Zahnes (Schmelz Dentin, Zement, Pulpa) monographisch zu schildern.

Zunächst wollen wir in kurzen Zügen die Röntgenaufnahmetaktik verfolgen:

Wenn in einem Sprechzimmer der Röntgenapparat unbeweglich ist, oder nicht neben dem Operationsstuhl aufgestellt werden kann, kann der Patient auf einem gewöhnlichen Stuhl sitzen, der mit einer verstellbaren, einfachen Kopfstütze ausgerüstet ist. Allerdings ist die Verwendung eines modernen, gut verstellbaren Oelpumpstuhles für die Einstellung von großem Vorteil. Augengläser soll der Patient am besten ablegen, weil sie beim Aufsetzen des Tubus oder des Hauptstrahlzeigers leicht beschädigt werden können. Lockiges, weitabstehendes Haar ist gut mit Haarnadeln festzustecken, weil ein knisternder Uebergang von Funken sehr leicht die Patienten am Stillsitzen hindern kann. Der Patient muß bei unseren zahnärztlichen Röntgenapparaten mit etwa 40 000 Volt Spannung von allen Hochspannung führenden Teilen mindestens 30 cm entfernt sein. Der Kopf des Patienten wird im allgemeinen so gestellt, daß die Occlusionsebene des Kiefers, den man photographieren will, möglichst horizontal gelegt wird. Für die gewöhnlichen Zahnaufnahmen, bei welchen der Film im Munde liegt, braucht man Filme in der Größe 3×4 und 4×5 cm. Wenn wir eine Aufnahme machen wollen, bei welcher der Zahn in einer starken Krümmung des Zahnbogens steht, z. B. eines Eckzahns, dann wird ein größerer Film zerschnitten oder auch hochkant gestellt. Die Filme kommen fertig und speichelsicher in Papier eingewickelt in den Handel. Bewährt haben sich die Fabrikate der Agfa, die Doneo-Filme von Schleusner und von Eastman (Kodak). Die Doneo-Filme haben eine für Röntgenstrahlen besonders sensible Schicht, die die normale Belichtungszeit auf etwa $^1/_4$ herabsetzt.

Der Patient muß sehr ruhig sitzen bleiben, während der Film an die zu belichtende Partie appliziert wird. Der Film wird im Munde meistens vom Patienten selbst festgehalten, und zwar im Oberkiefer mit dem Daumen, im Unterkiefer mit dem Zeigefinger. Der Zahnarzt oder die Sprechstunden-

hilfe dürfen den Film nicht halten, weil selbst kleine Röntgenstrahlenmengen, die sie dadurch absorbieren würden, mit der Zeit schädlich wirken können.

Es gibt ein Mittel, um auf einem Film die Zahnkronen des Ober- und Unterkiefers gleichzeitig festzuhalten. Nach der Methode von Raper wird der Film, der mit einem „Bite wing" (Aufbißflügel) aus Papier versehen ist, derart in den Mund gebracht, daß die Zähne des Ober- und Unterkiefers auf diesen Bißflügel beißen. Der Film stellt sich dadurch fast parallel zu den Zahnkronen ein und wird durch die Okklusion der Zähne fixiert. Stellt man den Hauptstrahl der Röhre ungefähr horizontal auf den Film ein, so erhält man projektivisch beinahe unverzeichnete Bilder des Approximalraumes. Die Kieferwölbung und Krümmung bedingt natürlich eine Verbiegung der Filme und daraus ergibt sich fast immer eine mehr oder minder starke Abweichung der Zahnbilder von den eigentlichen Größenverhältnissen. Diese Verzerrung sucht Scherbel auszugleichen, indem er nicht den fertigen, halbstarren Film in den Mund bringt, sondern prägt nach einem Gipsmodell der betreffenden Kieferpartie den im Sandbade bei mäßiger Erwärmung vorbehandelten Film genau nach der Oberfläche der Zahnkrone und des Alveolarfortsatzes. Der genau anliegende Film wird während der Aufnahme durch Aufbiß in seiner Lage festgehalten. Der entwickelte und getrocknete Film zeigt, auf das Modell gelegt, auf dem Röntgenbild an, was an der gleichen Stelle des darunterliegenden Zahnes und Kiefers liegt.

Wenn der Film appliziert ist, muß die Röhre so eingestellt werden, daß man nach der Isometrieregel von Ciescynski-Dieck den Hauptstrahl der Röhre senkrecht auf die Halbierende des Winkels richtet, den Zahnachse und Filmebene miteinander bilden. Der Hauptstrahl wird entweder durch ein dünnes, teleskopartiges Rohr dargestellt (Röhrenblende nach Dieck), oder bei modernen Apparaten mit Coolidge-Röhre durch einen Tubus. Das metallene Dieck'sche Rohr muß nach Einstellung weggeklappt werden, um

das Strahlenfeld nicht zu stören. Der Tubus aus Aluminiumblech oder Isolationsmassen darf auf dem Gesicht des Patienten aufsitzen. Die Berührung muß fest sein, weil sonst Fünkchen überspringen können, die den Patienten stören. Wenn der Tubus nicht fest aufsitzt, nimmt man ihn besser ganz weg und ersetzt ihn durch ein Aluminiumdöschen, um die weichsten Strahlen abzufiltern.

Bei Apparaten, deren Röhrenhalter mit einem Winkelmesser ausgerüstet sind, läßt sich die Einstellung auch schematisch ausführen. Man stellt ein:

1. die Röhre in einem bestimmten Winkel zur Horizontalebene, der sich nach dem aufzunehmenden Zahn oder Kieferteil richtet;
2. die Kauebene des betreffenden Kiefers in die Horizontale;
3. das Tubusende auf die Wurzelspitzengegend.

Der Winkel der Röhre zur Horizontalen beträgt nach Raper:

für die Aufnahme der	oberen	Schneidezähne	45°—40°
„ „ „ „	„	Eckzähne	50°—45°
„ „ „ „	„	Prämolaren	40°—30°
„ „ „ „	„	Molaren	35°—30°
„ „ „	unteren	Schneidezähne	20°—15°
„ „ „ „	„	Eckzähne	20°—10°
„ „ „	ersten	Prämolaren	20°—10°
„ „ „	zweiten	„	10°— 5°
„ „ „ „		Molaren	10°— 5°

Diese Tabelle gilt für Aufnahmen mit am Alveolarfortsatz angelegten Film. Die erste der beiden Zahlen ermöglicht in der Regel die Darstellung der Wurzelspitze und ihrer Umgebung. Es kann kaum vorkommen, daß die Wurzelspitze des Zahnes auf solchen Aufnahmen fehlt, aber die Zähne werden durch diese Einstellung stark verkürzt.

Der zweite Winkel ergibt eine Einstellung, bei der die Zähne nur wenig verkürzt oder verlängert gezeichnet werden. Dabei kommt aber nur wenig oder kein periradikales Gebiet auf das Bild.

Wie die Wurzeln eines Molaren auf dem Röntgenbild zueinander stehen, hängt von der Einstellung ab. Flache Einstellung zeigt die Wurzeln in gleicher Länge, steile verlängert die palatinale Wurzel und verkürzt die bukkalen.

Die Belichtung wird je nach Konstruktion des Apparates bewerkstelligt. In sehr bequemer Weise schaltet ein Zeitrelais nach einer eingestellten Sekundenzahl den Strom von selbst aus. Für genaue wissenschaftliche Belichtungsversuche reicht das Relais nicht aus, da selbst bei den besten Fabrikaten ein Fehlen von 10% vorkommt. Das liegt daran, daß die Uhr des Relais mit dem elektrischen Kontakt belastet ist. Für exakte Versuche ist es besser, sich nach einem Pendel zu richten, das bei einer Länge von 1 m für eine Schwingung eine Sekunde braucht; für längere Belichtung richtet man sich am besten nach einer Stoppuhr.

Von einschneidender Bedeutung zur Erzielung klarer Aufnahmen ist die Belichtungszeit. Diese ist abhängig von verschiedenartigen Momenten. Praeger gibt uns in seiner „Operationslehre" die einzelnen zu berücksichtigenden Momente an. Die Belichtungszeit hängt ab:

1. von den Eigenschaften des Apparates, speziell der Röhre
2. vom Aufnahmematerial. Dabei hat eine gewisse Bedeutung, ob der Film ein- oder doppelschichtig ist;
3. von der Durchlässigkeit des aufzunehmenden Objektes. Es ist klar, daß eine Aufnahme des Oberkiefers infolge seiner geringeren anatomisch bedingten Dichte und Dicke eine kleinere Belichtungszeit benötigt, als der Unterkiefer, ebenso verschiedenartig wie auf der einen Seite die allgemeine Konstitution des Knochengerüsts wie andererseits das Alter des Patienten in der Belichtungszeit zu bewerten ist;
4. die Härte der bei der Aufnahme verwendeten Strahlen. Diese ist bei den modernen Apparaten fast durchweg konstant, so daß der behandelnde Zahnarzt sie nicht besonders zu berücksichtigen braucht. Am vorteilhaftesten ist eine Härte von 5—6 Wehnelt.

Im allgemeinen sind unsere modernen Röntgenapparate unter Berücksichtigung der vorgenannten Momente so konstruiert und mit einer normalen Belichtungstabelle versehen, daß auch der einigermaßen geschulte Röntgenologe leicht gute Effekte erzielt.

Wenn wir die auf Grund der besprochenen Aufnahmetechnik verfertigten Röntgenbilder betrachten wollen, so müssen wir uns einerseits der Eigenschaften der Röntgenstrahlen, Körper verschiedener Dichte verschieden stark zu durchdringen, bezw. der Fähigkeit der Körper erinnern, die Strahlen verschieden stark zu absorbieren. Die Absorption eines bestimmten Röntgenstrahles in einem einfachen Körper hängt sowohl von dessen Dicke und von dessen Atomgewicht als auch von dessen Dichte ab. Von den chemischen Verbindundungen des menschlichen Organismus sind in Bezug auf ihre Durchlässigkeit zwei Gruppen von besonderem Interesse:

1. die die Weichteile der Menschen und Tiere vorwiegend bildenden Kohlenstoffverbindungen, welche hauptsächlich aus Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, also Elemente von relativ geringem Atomgewicht und
2. die in den Knochen vorhandenen Verbindungen des Kalziums, Magnesiums und Phosphors, welche wesentlich höhere Atomgewichte besitzen.

Der Schmelz ist das mineralstoffreichste und härteste Gebilde des Körpers mit nur etwa 3% organischer Substanz, die vielleicht dem Stoffwechselverkehr in dem Schmelzgewebe dient. Nach Bertz ergibt die Schmelzanalyse der Menschenzähne folgende Werte:

6,82% organische Substanz, 50,22% CaO
0,73% Mg.O, 40,69% P_2O_5.

Nach Bibra setzt sich der Schmelz des Erwachsenen zusammen aus:

3,5% organische Substanz
88% Calziumphosphat
4,0% Calzium Karbonat
2,0% Fluorcalzium
1,5% Magnesiumphosphat.

Das Atomgewicht der Elemente beträgt:
Phosphor = 31, Kalzium = 40, Magnesium = 24.

Wenn man den Schmelz röntgenologisch-anatomisch untersucht, sieht man, daß dort wo er gegenüber einem durchdringenden Strahl die größte Dicke hat, am hellsten ist (Seitenteile) und an Helligkeit abnimmt, je näher der Schmelz dem Zahnhals kommt. Vielfach ist es aber sehr schwer, die Abgrenzung des Schmelzes vom Dentin zu erkennen.

Bei einem mehrhöckerigen Zahn hängt die Zeichnung des Schmelzes von der Projektion ab. Ein oberer Prämolar z. B. zeigt nur eine Schmelzkuppe, wenn die beiden Höcker in der Strahlenrichtung hintereinander liegen. Aber auch bei anderer Projektion decken die Höcker einander noch, wenn der Zahn geneigt ist. Weiter kann einmal die Spitze des filmnahen (palatinalen) Höckers sich in die fast gleichgeformte Dentinspitze des dahinterliegenden Höckers legen, so daß es scheint, als ob nur der erste Höcker mit Schmelz bedeckt wäre (siehe Abbildung 1). Ist aber der Zahn noch weiter

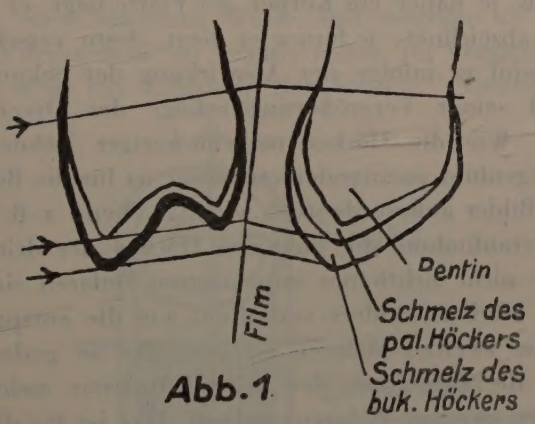

Abb. 1

zur Strahlenrichtung geneigt, dann liegt die Schmelzdentingrenze des dem Film abgewendeten Höckers mehr oder weni-

ger weit unter der Höckerspitze des filmnahen Höckers. — Nun kann man auch die Schmelzbedeckung dieses Höckers erkennen (Abb. 2); es fällt allerdings auf, daß die Helligkeit

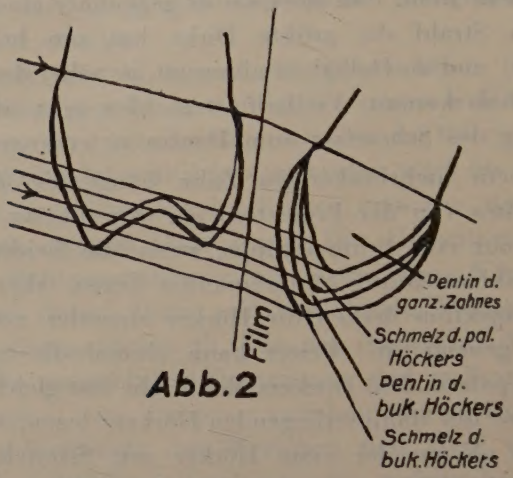

Abb. 2

dieser beiden Höcker verschieden ist. Dies hat seinen Grnnd darin, daß, je näher ein Körper der Platte liegt, er sich umso besser abzeichnet; je ferner er liegt, desto verschwommener erscheint er infolge der Auswirkung der Sekundärstrahlung und seiner Vergrößerung infolge der Divergenz der Strahlen. Wie die Höcker mehrhöckeriger Zähne sich auf dem Röntgenbild zueinander verhalten, ist für die Beurteilung mancher Bilder außerordentlich wichtig. Wenn z. B. auf einer Unterkieferaufnahme die bukkalen Höcker des dritten, vielleicht gar nicht sichtbaren impaktierten Molaren sich zu den ingualen Höckern anders verhalten, wie die entsprechenden Höcker des zweiten Molaren, so muß das so gedeutet werden, daß die Zahnachse des dritten Molaren nicht parallel zu der des zweiten Molaren verläuft. Das ist für die Extraktion natürlich von Bedeutung.

Die chemische Zusammensetzung des Dentins unterscheidet sich nicht wesentlich von der des Knochens, wohl aber sein anatomischer Bau.

Bertz gibt folgende Werte an:

29,15% organische Substanz
38.18% CaO
1,51% Mg.O
30.24% P_2O_5.

Zusammensetzung des Dentins des erwachsenen Mannes nach von Bibra:

66,72% Kalziumphosphat
3,36% Kalziumkarbonat
4,08% Magnesiumphosphat
27,61% Knorpel
0,30% Fett
0,83% lösliche Salze.

Atomgewicht der Elemente:

$H = 1$, $C = 12$, $N = 14$, $O = 16$.

Zuweilen ist es sehr schwer, die Abgrenzung des Schmelzes vom Dentin im Röntgenbild zu erkennen, es sieht dann so aus, als ob man ein Bild eines Zahnschnittes vor sich hätte. Das Dentin, das dichter ist als Knochen, setzt den Röntgenstrahlen einen stärkeren Widerstand entgegen als dieser und erscheint demgemäß im Negativ heller. Im Vergleich mit dem Schmelz sieht das Zahnbein dunkler aus. Natürlich müssen

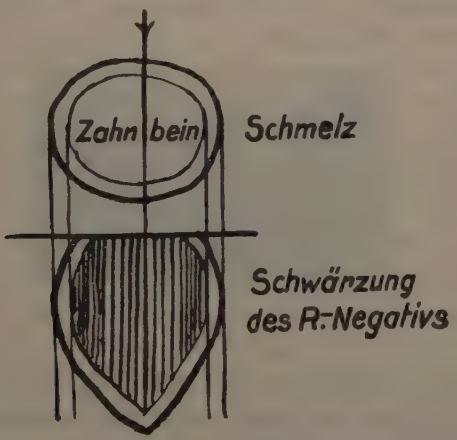

Abb. 3

die verschiedenen Projektionsanlagen in Betracht gezogen werden. Sehr häufig sieht man im Röntgenbild des Zahnbeins Schatten nach den Approximalflächen zu, die daher rühren, daß der Querschnitt des Zahnes da geringer ist (Abb. 3). Man darf diesen Schatten nicht mit einer Caries verwechseln. Man beobachte, ob der Schmelz eine Unterbrechung zeigt, denn dort muß ja die Caries beginnen.

Das Zement am normalen Zahn zeichnet sich im Röntgenbilde fast nicht gegenüber dem anliegenden Dentin ab, weil nur geringe Unterschiede in Härte und Dichte bestehen.

Die gesunde Pulpa, die nur aus Weichgeweben besteht, zeigt sich als dunkler Streifen im Röntgenbilde, weil sie die Strahlen fast ungehindert durchläßt. Nur der verschiedene Durchmesser der Pulpa bedingt verschiedene Helligkeit. Sie läßt sich, bei einem kontrastreichen Bild mit nicht zu harten Strahlen aufgenommen, von der Wurzelspitze bis in den Kronenteil des Zahnes, wo sie am breitesten ist, verfolgen.

Die bindegewebige Struktur des Periodontiums läßt die Strahlen leichter durch und zeigt demnach eine helle, scharfbegrenzte Linie. Diese Linie ist etwas heller als das Bild der Pulpa, weil das Periodontium vom Röntgenstrahl leichter erreicht wird und dieser nicht erst eine darüber gelagerte Dentinschicht durchdringen muß (Abb. 4).

Abb. 4 (Positiv)

Die äußere Grenze der Zahnwurzeln im Röntgenbilde ist normaler Weise glatt und verläuft in einem regelmäßigen Bogen gegen die Spitze hin.

Die Schattenintensität der Einzelheiten des Röntgenogrammes hängt von dem verschiedenen Gehalt an organischer Substanz des betreffenden Organes ab. Die schärfsten Differenzen ergeben Weichteile und erweichte Punkte der Hartsubstanzen.

Nimmt die Wurzelspitze sehr stark an Durchmesser ab, so kann ihre Röntgendurchlässigkeit etwa so groß werden, wie die des umgebenden Knochens. Dann erscheint sie unscharf und von Knochenbälkchen überdeckt. Diese Erscheinung darf nicht mit Resorption verwechselt werden.

Häufig gelingt es, einen kariösen Herd an der Approximalfläche eher mit Röntgenstrahlen festzustellen, als mit Hilfe der gewöhnlichen klinischen Untersuchung. Bei approximaler Caries ist auf dem Röntgenogramm die Kontur des Schmelzes unterbrochen. Der Defekt im Dentin verbreitet sich meist nach der Tiefe und wird als dunkler Bezirk auf dem Negativ sichtbar. Es ist dabei festzustellen, wie weit der Cariesherd von der Pulpakammer entfernt ist. Unter Umständen können auch bei relativ flachen Kavitäten schon pulpitische Schmerzen auftreten. Besonders ist das der Fall bei Kavitäten am Zahnhalse, wo die Entfernung von der Peripherie des Zahnes zur Pulpa eine relativ geringe ist.

Gewisse Schwierigkeiten bietet klinisch die Feststellung von sekundärer Caries an den Approximalflächen der Zähne, namentlich wenn sie unter dem Zahnfleisch liegt. Die sekundäre Caries entsteht infolge mangelhafter Präparation oder ungenauen Ausfüllens der Kavität oder durch Kontraktion des Füllmaterials. Bei überstehenden Füllungen entstehen tote Winkel, welche zur Retention von Speiseresten Anlaß geben. Die Feststellung der sekundären Caries bietet nun ein dankbares Gebiet für die Röntgenuntersuchung. Ein dunkler Hof um die Füllung oder an ihrem Rande weist auf mangelhaften Randschluß bezw. sekundäre Caries hin.

Die Caries ist ja ein Prozeß, bei dem die Zahnsubstanz langsam zerstört wird. Da die Zahnsubstanz aus verkalkten organischen Stoffen besteht, zerfällt der Zerstörungsprozeß

in zwei sich nebeneinander abspielende Vorgänge: die Auflösung des Kalkes durch Säuren und die Auflösung des übrigbleibenden Zahnknorpels durch Bakterienfermente. Die Säuren entstehen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle in der Mundhöhle selbst. durch die Gährung der Kohlenhydrate, die dort als Nahrungsreste zurückbleiben. Die wichtigsten Retentionsstellen sind die Fissuren der Kauflächen und die Zwischenräume zwischen zwei Zähnen.

Wenn das Gewebe entkalkt ist. wirken die Bakterienfermente auflösend, verdauend ein und verflüssigen den Zahnknorpel nach vorheriger Erweichung.

Entdecken wir nun im Röntgenbild eines Zahnes im Schmelz eine verschwommene Trübung mit dunklem zentralen Kern. so können wir das ohne weiteres als das erste Auftreten der Caries ansehen. ehe noch durch Zerfall des Schmelzes ein größerer Substanzverlust zustande kam. Die Erkrankung der Approximalflächen zieht sich viel mehr in die Breite als in die Tiefe. Röntgenstrahlen. die Stellen fehlenden Schmelzes treffen, werden hier besser durchdringen können als in der Umgebung, sie werden den Film schwärzen. Das geschieht auch da, wo die Entkalkung eingesetzt hat, ohne daß äußerlich ein Substanzverlust zu entdecken wäre (s. Abb. 4). Einen Zahn, bei dem man eine versteckte Caries vermutet. wird man röntgen und so meist Aufschluß über den Grad des Kalkgehaltes bekommen. aus dem man unter Umständen auf Caries schließen kann.

Dieser Unterschied des Kalkgehaltes macht sich nur dann im Bilde bemerkbar. wenn er in der Strahlenrichtung einen wesentlichen Ausfall im Verhältnis zur Gesamtdicke des Zahnes ausmacht. Die Zahncaries läßt sich aber nicht erkennen, wenn der Verlust an kalkhaltiger Substanz bei der Durchleuchtung in querer Richtung relativ nicht groß genug ist, um in Erscheinung zu treten. Dann ist sie nur erkennbar, wenn sie durch eine deutliche Unterbrechung gekennzeichnet ist. Das

ist dann der Fall, wenn der Defekt in einer Achse liegt, die auf dem Hauptstrahl senkrecht steht (Abb. 5).

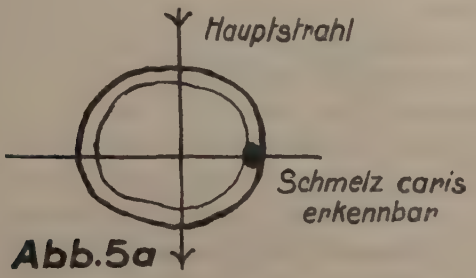

Abb.5a

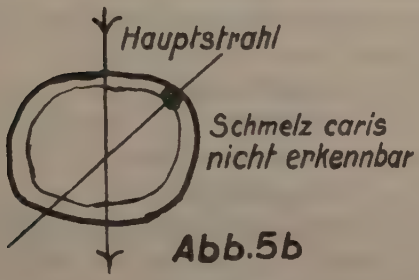

Abb.5b

Bevor noch die Caries bis zum Dentin vorgedrungen ist, zeigt sich hier, entsprechend der Ausbreitung des cariösen Prozesses, eine vitale Reaktion, die Transparenz. Diese beruht auf einer Homogenisierung des Dentins, d. h. wenn die Dentinkanälchen sich mit einer Masse von gleichem Brechungsindex füllen wie die Grundsubstanz, wird das Dentin transparent. Nach Walkhoff findet in den Kanälchen ein Anwachsen von Grundsubstanz statt. Nach Fleischmann wird im Kanälchen als Ausdruck einer regressiven Metamorphose Kalk von den Tome'schen Fasern abgelagert. So füllt sich das Kanälchen mit Kalk. Nach Joseph Münch wird diese Kalkablagerung in die Zahnbeinkanälchen nicht mehr zum Schutze gegen die anrückende Caries angesehen, sondern es schlägt sich durch die Störung des Stoffwechsels der nor-

malerweise in Lösung gehaltene Kalk in den Dentinkanälchen nieder. Diese Transparenz erschwert den Bakterien das Vorwärtsdringen und schützt die Pulpa bis zu einem gewissen Grade vor Infektion. Das Reizdentin verhütet bei der Abkauung, daß die Pulpa freigelegt wird. Im Röntgennegativ sieht es heller aus als das gewönliche Dentin, denn es läßt die Röntgenstrahlen schwer durch.

Wenn die Caries bis zum Zahnbein gedrungen ist, bohrt sie sich in den transparenten Dentinkegel ein. Zuerst findet durch die Säuren wieder eine Lösung der Transparenz statt. Darauf folgt das Stadium der Entkalkung und schließlich das der Erweichung oder Auflösung des Dentins. Die typischen Zonen, die man von außen zum Zentrum des cariösen Herdes mikroskopisch unterscheiden kann, sind nach Kantorowicz

1. Zone: normales Dentin
2. „ getrübtes Dentin
3. „ transparentes Dintin
4. „ entkalktes Dentin
5. „ erweichtes Dentin.

Diese Zonen kann man nicht einwandfrei in Röntgenbildern systematisch unterscheiden. Nur nach dem Grad des Kalkgehaltes in den verschiedenen Zonen kann man eine sehr schwache Zunahme des Schattens von außen zum Zentrum des cariösen Herdes beobachten.

Die Zementcaries zeichnet sich für gewöhnlich nicht anders im Röntgenbilde ab als die Dentincaris. Auch hier kommt es vielfach wieder darauf an, ob der Defekt der Wurzeloberfläche in einer Ebene liegt, die auf dem Hauptstrahl senkrecht steht (Abb. 5a und 5b).

Das normale Zement unterscheidet sich röntgenologisch nicht vom Zahnbein, da es annähernd dasselbe spezifische Gewicht hat. Nur bei Hypertrophie ist es an der Verbreiterung des Wurzelteiles erkennbar. Wenn im Laufe der Zeit eine Atrophie des Alveolarfortsatzes eintritt, wird die so erzeugte Verbreiterung des Periodontalraumes durch Zementneubildung ausgeglichen. So kann es bei Wiederholung dieses

Vorganges mit der Zeit zu einer bedeutenden Verdickung des Zementes kommen. Tritt infolge eines periapikalen Entzündungsprozesses eine Schädigung von Alveolarknochen und Zement ein, so erfolgt in der Regel eine Verbreiterung des Periodontalraumes durch Knochenschwund über die geschädigten Zementbezirke hinaus. An der Grenze zwischen krankem und gesundem Zement bildet sich neues Zement und der verbreitete Periodontalraum wird im Umfange des lebendgebliebenen Zements zur Norm verschmälert. Die primären Zementexostosen oder Zementauswüchse, für deren Entstehung keine Ursachen gefunden sind, werden als primäre Bildungsanomalien angesehen. Eine große Reihe von mikroskopisch sichtbaren Zementexostosen, entstanden durch Wucherung der angrenzenden Zementpartie, sind nach Gottlieb „Deckung von darunter liegenden Schmelztropfen".

An dieser Stelle möchte ich einiges über beobachtete Resorptionserscheinungen am Apex sagen. Abgesehen von derartigen als bekannt vorausgesetzten Erscheinungen an Milchzahnwurzeln, die auf physiologischem Wege entstehen und solchen während oder nach überstandenen chronischen Apexprozessen, sind in der Literatur Fälle beschrieben, die an völlig gesunden Zähnen Resorptionserscheinungen am Apex aufweisen. Bemerkenswert ist, daß nach vorausgegangener Resorption eine ebenso starke, teilweise sogar im Verhältnis zum Substanzverlust bedeutend stärkere Apposition stattfand, die in vereinzelten Fällen dem Praktiker bei späteren Extraktionen größere Schwierigkeiten machen. Aetiologisch sind derartige Resorptionserscheinungen nicht prinzipiell geklärt. Münch gibt die Schuld einer „abnormen, allzu forcierten oder zu frühzeitigen Belastung der Zähne, z. B. bei orthodotischen Maßnahmen".

Wenn wir auf Bild 6 systematisch die Konturen verfolgen, dann zeigt sich am zweiten unteren Prämolaren keine Besonderheit in Kontur und Struktur. Der erste Molar fehlt. Beim zweiten Molaren dagegen ist die Zahnkrone fast ausgefüllt mit einer zentralen Füllung, die

Pulpa ist amputiert. d. h. der Kronenteil ist mit Wurzelpaste ausgefüllt. Die Kontur der Kronen und der Wurzeln zeigt an den Außenseiten keine Besonderheit. Die Wurzel-

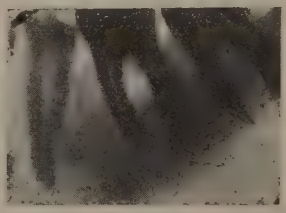

Abb. 6 (Positiv)

spitzen sind ein wenig undeutlich, wohl infolge unrichtiger Biegung des angedrückten Filmes. An der Bifurkationsstelle zwischen den beiden Wurzeln läßt sich eine scharf umgrenzte, im Negativ schwarze, im Positiv helle Stelle im Knochengebiet feststellen. Hier haben wir einen paradontischen Prozeß, durch den der Alveolarknochen und die Zementpartie geschädigt ist. An der Grenze zwischen dem abgestorbenen und dem gesunden Zement hat sich neues Zement gebildet und der verbreiterte Periodontalraum ist damit ausgefüllt. Der dritte Molar zeigt keine Besonderheiten.

Zuweilen, wenn wir Röntgenbilder betrachten, können wir dunklere Punkte und Streifen im Schmelze feststellen; diese Punkte deuten auf unregelmäßig verteilte und mangelhafte Ablagerung von Kalksalzen, sie brauchen nicht immer cariöse Herde zu sein, denn auch Schmelzhypoplasien, Anomalien der Verkalkung, können solch ein radiographisches Aussehen annehmen. Die schlecht verkalkten Stellen sehen dunkler aus im Vergleich zu gut verkalkten. Bekanntlich lagert sich auf die Dentinkappe Schmelzschicht auf Schmelzschicht. Da die Zähne zu verschiedenen Zeiten angelegt werden, sind die auf den verschiedenen Zahngruppen gleichzeitig sich bildenden Schichten verschieden weit von der Unterlage entfernt. Nun ist nach Münch die Hypoplasie der Ausdruck einer Störung in der Ablagerung verkalkter Grundsubstanz einer Schmelzschicht. Da die Ursache dieser

Störung fast stets ein Allgemeinleiden ist, befällt die Störung sämtliche zu der kritischen Zeit abgelagerten Schmelzschichten an allen Zähnen. Es gibt andere Fälle, bei welchen sich

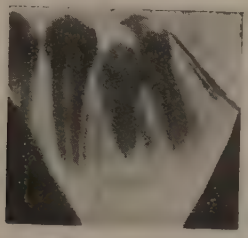

Abb. 7 (Positiv)
Hypoplastischer Molar

keine normale Schmelzschicht mehr auf die kranke Schmelzschicht auflagern kann, daß also wahrscheinlich die Ameloblasten entweder zerstört oder doch bis zur Funktionsuntüchtigkeit geschädigt sind. Dann sehen wir an diesen Stellen wegen der geringen Absorptionsfähigkeit der Strahlen eine eigentümliche Schwärzung der Platte, die je nach Art und dem Grade der Entkalkung und seiner Beziehung zur Gesamtdicke verchieden sind.

Wie wir schon gesehen haben, läßt sich die Pulpa nicht gut in Röntgenbildern kontrollieren und beobachten, weil sie nur aus weichen Substanzen besteht und die Strahlen fast ungehindert durchläßt. Trotzdem kann uns die Röntgenologie insofern sehr gute Dienste bei Entdeckung einer Pulpitis leisten, als diese neben der Anamnese der subjektiven Beschwerden des Patienten nur durch röntgenologisch feststellbare Nähe des cariösen Herdes an der Pulpa, erschlossen werden kann.

Wenn ein Zahn nach der Angabe des Patienten auf thermische Reize und auf den faradischen Strom reagiert, ist dies charakteristisch für Zähne mit lebender Pulpa. Es können diese Schmerzen aber auch nur von freiliegendem, überempfindlichem Zahnbein kommen. Treten sie allerdings auch ohne Reiz und vor allem bei Nacht auf, ist die Diagnose „Pulpitis" am Platze. Ziehen die spontan auftretenden Schmer-

zen nach dem Ohre hin, so ist der erkrankte Zahn im Unterkiefer zu suchen.

Der cariöse Defekt, der auf dem Röntgenbilde sichtbar ist, reicht, wie gesagt, bei Pulpitis meist in die Nähe der Pulpakammer. Die pulpitischen Schmerzen können aber auch in einem gefüllten Zahn auftreten, wenn eine Füllung in großer Nähe der Pulpa liegt oder wenn eine ungenügende Isolierung bei einer Metall- oder Silikatfüllung verwendet worden ist oder bei dem Versuch, eine freigelegte Pulpa durch Ueberkappung zu retten. Die eingedrungenen Bakterien verursachen in dem Pulpengewebe Entzündungszustände. Es tritt nach Hoffendahl eine Dilatation der Gefäße auf, Leukozyten wandern in das Pulpengewebe und versuchen durch Ausscheidung von Alexinen oder durch Phagocytose das Eindringen von Bakterien zu verhindern oder diese zu vernichten. Breiten sich Infektion und Entzündung weiter aus, so erweitern sich die Venen und Kapilaren noch mehr, die Bindegewebszellen atrophieren, die Odontoblasten gehen zu Grunde und Blut tritt in das Gewebe ein. Durch die Thrombose in den Blutgefäßen der Pulpa entsteht statt Ueberschuß an Sauerstoff ein Mangel, infolgedessen nekrotisieren alle Zellen, welche die Blutgefäße ausmachen, die Nerven und das Bindegewebe ändern ihre osmothischen Eigenschaften. Im Röntgenbilde können wir diese Prozesse nicht verfolgen und unterscheiden, lediglich nur, wie schon erwähnt, durch die Lagefeststellung der vorgeschrittenen Caries eine vermutete Pulpitis differentialdiagnotisch festlegen.

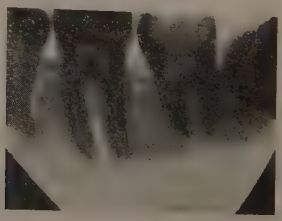

Abb. 8

Besser und leichter zu beobachten sind die Dentikel im Röntgenbilde, wenn sie einmal eine bestimmte Größe über-

schritten haben. Sie müssen jedenfalls so groß sein, daß sie auch auf einem Pulpenschnitt mikroskopisch zu sehen wären. Man sieht gar nicht selten Hartgebilde im Pulpakavum, die als Dentikel bezeichnet werden, ohne daß man durch eine Differentialdiagnose feststellen kann, ob echter Dentikel oder nur Kalkschollen vorliegen. Die Röntgendiagnose kann höchstens (und dies nicht immer) zeigen, ob ein Dentikel frei oder wandständig ist. Mit dieser Diagnose muß man aber sehr vorsichtig sein, weil sehr oft ein in gleicher Strahlenrichtung liegendes Knochenbälkchen der Alveole auf die Kronenpulpa projiziert wird, von Markräumen wie durch einen dunklen Hof abgegrenzt, sodaß ein Dentikel sehr leicht vorgetäuscht wird. (Abb. 9, rechter Zahn mit Dentikel.)

Abb. 9 (Positiv)

Die Dentikel entstehen entweder durch Odontoblastentätigkeit und bestehen aus Dentingewebe, sie sind vielfach das Produkt einer Degeneration des Pulpagewebes (Verkalkung hyalin entarteter Pulpapartien) oder entstehen durch Kalkeinlagerung in obliterierte Gefäße. Man findet sie nicht nur in entzündeten Pulpen, sondern in sehr, sehr vielen sonst normalen Zähnen älterer Individuen. Sie liegen entweder in der Pulpa als freie Dentikel, oder sind wandständig, oder bei späterem Wachstum mit der Wand verschmolzen.

Zum Schluß möchte ich betonen, daß der Zahnarzt seine Röntgenbilder selbst entwickeln oder wenigstens unter seiner Aufsicht in eigener Dunkelkammer entwickeln lassen sollte; so verliert das Röntgenbild nicht den Kontakt mit der klinischen Untersuchung, ohne die es gerade auf dem Gebiet der eigentlichen Zahnsubstanzen sehr an Wert verliert. Gerade

die Beschäftigung mit der Röntgenologie ist geeignet, die große Gefahr der Monotonie zu bannen, die sonst leicht durch die allzu oft sich wiederholenden, fast handwerksmäßigen Griffe in der Zahnheilkunde entstehen könnten. Es macht wirklich Freude, wenn die auf Grund der klinischen Untersuchung vermuteten — oft nicht erwarteten Krankheitsursachen durch den Röntgenbefund sichergestellt erscheinen. Man fühlt sich dem großen deutschen Forscher Röntgen zu Dank verpflichtet, der, wie anderen Zweigen der Heilkunst, auch der Zahnheilkunde eine Naturgewalt vermittelt hat, deren Ausnützung — wie Holzknecht so schön sagt — zum Wohle der leidenden Mitmenschen Pflicht aller Ärzte sein soll.

Am Schlusse der Arbeit fühle ich mich verpflichtet, meinem sehr verehrten Herrn Referenten, Herrn Prof. Dr. Praeger, für seine liebenswürdige Unterstützung in Theorie und Praxis meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

Literatur-Verzeichnis

1. BALTERS: Leitfaden der zahnärztlichen Röntgenkunde (Berlin, Meußer 1925)
2. CIESZYNSKI: Die Röntgenuntersuchung der Zähne und der Kiefer (Lehrbuch der Röntgenkunde 2, Leipzig 1925)
3. CIESZYNSKI: Zahnärztliche Röntgenologie und klinische Zahnheilkunde im Röntgenbilde (Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1926)
4. DIECK: Anatomie und Pathologie der Zähne und Kiefer im Röntgenbilde (Hamburg 1911)
5. GOLDMANN: Das Lesen einer Röntgenaufnahme der Zähne (Ref. Zahnärztliche Rundschau XXIX, 1920)
6. GOTTLIEB: Zementexostosen; (Österreich. Zeitschrift für Stomatologie, 1921)
7. HAUBERISSER: Fortschritte der Zahnheilkunde, Bd. I: Röntgenologie und ihre Fehlgriffe (Leipzig, Thime 1925)
8. HOFFENDAHL: Biochemie für Zahnärzte und Studierende (Berlin/Wien 1912)
9. MÜNCH: Die Fortschritte in der Zahnheilkunde 1929 (Misch), Pathologische Histologie der Zähne.
10. PRAEGER: Zahnärztliche Operationslehre (Leipzig, S. Hirzel, 1926)
11. RIHA: Wert und Grenzen der Röntgendiagnostik bei Zahn- und Kieferkrankheiten (Österreich. Zeitschrift für Stomatologie, Heft 3, 1928
12. RIHA: Die Röntgenuntersuchung der Zahnkrone (Österreich. Zeitschrift für Stomatologie, 1927)

Lebenslauf

Ich, Alexandra Stefanowa, wurde am 30. III. 1903 als Tochter des Oberst S. Stefanoff und seiner Frau Wasila geb. Neitschewa zu Sliven (Bulgarien) geboren. Nach Besuch der dortigen Volksschule absolvierte ich das Gymnasium in Sofia, das ich am 12. VII. 1922 nach bestandener Reifeprüfung verließ, um an der Universität München dem zahnärztlichen Studium zu obliegen. Nach bestandenem Staatsexamen im Mai 1927 legte ich in Sofia ein zweites Staatsexamen ab und bin seit September 1927 Assistentin an der Zahnklinik des Kassenverbandes zu Schwenningen a.N.